(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7564338号
(P7564338)

(45)発行日　令和6年10月8日(2024.10.8)

(24)登録日　令和6年9月30日(2024.9.30)

(51)国際特許分類

		FI			
H01L 21/3065(2006.01)		H01L	21/302	101G	
H01L 21/31 (2006.01)		H01L	21/31	B	

請求項の数　20　（全14頁）

(21)出願番号　特願2023-513279(P2023-513279)
(86)(22)出願日　令和3年8月6日(2021.8.6)
(65)公表番号　特表2023-539241(P2023-539241A)
(43)公表日　令和5年9月13日(2023.9.13)
(86)国際出願番号　PCT/US2021/045077
(87)国際公開番号　WO2022/051057
(87)国際公開日　令和4年3月10日(2022.3.10)
審査請求日　令和5年4月18日(2023.4.18)
(31)優先権主張番号　17/010,518
(32)優先日　令和2年9月2日(2020.9.2)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者　390040660
アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド
APPLIED MATERIALS, INCORPORATED
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95054, サンタ クララ, バウアーズ アヴェニュー 3050
3050 Bowers Avenue Santa Clara CA 95054 U.S.A.
(74)代理人　110002077
園田・小林弁理士法人
(72)発明者　ムスタファ, ムハンナド
アメリカ合衆国 カリフォルニア 950
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　気相粒子低減のための装置及び方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
上部壁と、
底部壁と、
前記上部壁と前記底部壁に結合された複数の垂直側壁と、
前記上部壁、前記底部壁、及び前記複数の垂直側壁によって画定されたチャンバリッド内の内部領域と、
複数の空気流開孔と
を備えるチャンバリッドであって、
前記複数の空気流開孔は、
前記複数の垂直側壁の少なくとも１つに配置された側面空気流開孔であって、該側面空気流開孔に配置された第１のメッシュを有する側面空気流開孔と、
前記上部壁に配置された上部空気流開孔であって、該上部空気流開孔に配置された第２のメッシュを有する上部空気流開孔と
を備え、
前記側面空気流開孔は空気を前記内部領域内に流体連結させるように構成され、前記上部空気流開孔は、空気を前記内部領域外に前記上部壁を介して流体連結させるように構成されている、
チャンバリッド。
【請求項２】

前記側面空気流開孔は、第１の側面空気流開孔であり、かつ前記チャンバリッドの第１の垂直側壁にあり、
前記複数の空気流開孔は、前記チャンバリッドの第２の垂直側壁にある第２の側面空気流開孔をさらに備える、
請求項１に記載のチャンバリッド。
【請求項３】
第３の空気流開孔が、前記チャンバリッドの第３の垂直側壁にあり、
第４の複数の空気流開孔が、前記チャンバリッドの第４の垂直側壁にある、
請求項２に記載のチャンバリッド。
【請求項４】
前記側面空気流開孔と前記上部空気流開孔は、チャンバリッド温度を約１５０℃以下に制御するように構成される、請求項１に記載のチャンバリッド。
【請求項５】
前記側面空気流開孔と前記上部空気流開孔は、チャンバリッド温度を約１００℃から約１５０℃に制御するように構成される、請求項１に記載のチャンバリッド。
【請求項６】
前記側面空気流開孔と前記上部空気流開孔は、チャンバリッド温度を、前記チャンバリッドの下に位置するチャンバ本体の温度から約５０℃以下の範囲内の温度に制御するように構成される、請求項１に記載のチャンバリッド。
【請求項７】
前記側面空気流開孔と前記上部空気流開孔は、チャンバリッド温度を、前記チャンバリッドの下に位置するチャンバ本体の温度から約２５℃以下の範囲内の温度に制御するように構成される、請求項１に記載のチャンバリッド。
【請求項８】
前記チャンバリッドの熱が自然対流によって除去される、請求項１に記載のチャンバリッド。
【請求項９】
上部壁と、
底部壁と、
前記上部壁と前記底部壁に結合された複数の垂直側壁と、
前記上部壁、前記底部壁、及び前記複数の垂直側壁によって画定されたチャンバリッド内の内部領域と、
複数の空気流開孔と
を備えるチャンバリッドであって、
各々が第１のメッシュを有する、前記複数の空気流開孔のうちの１又は複数の第１の側面空気流開孔は、前記チャンバリッドの第１の垂直側壁にあり、
各々が第２のメッシュを有する、前記複数の空気流開孔のうちの１又は複数の第２の側面空気流開孔は、前記チャンバリッドの第２の垂直側壁にあり、
各々が第３のメッシュを有する、前記複数の空気流開孔のうちの１又は複数の上部空気流開孔は、前記チャンバリッドの上部壁にあり、
前記１又は複数の第１の側面空気流開孔と前記１又は複数の第２の側面空気流開孔は、前記複数の垂直側壁の外面から前記内部領域へ内向きに移動する空気を流体連結させるように構成され、且つ前記１又は複数の上部空気流開孔は、前記内部領域から前記チャンバリッドの前記上部壁にある前記１又は複数の上部空気流開孔を通って外向きに移動する空気を流体連結させるように構成される、
チャンバリッド。
【請求項１０】
前記複数の空気流開孔のうちの１又は複数の第３の空気流開孔は、前記チャンバリッドの第３の垂直側壁にある、
前記複数の空気流開孔のうちの１又は複数の第４の空気流開孔は、前記チャンバリッド

の第４の垂直側壁にある、又は
それらの組み合わせである、
請求項９に記載のチャンバリッド。
【請求項１１】
前記複数の空気流開孔は、チャンバリッド温度を約１５０℃以下に制御するように構成される、請求項９に記載のチャンバリッド。
【請求項１２】
前記複数の空気流開孔は、チャンバリッド温度を約１００℃から約１５０℃に制御するように構成される、請求項９に記載のチャンバリッド。
【請求項１３】
前記複数の空気流開孔は、チャンバリッド温度を、前記チャンバリッドの下に位置するチャンバ本体の温度から約５０℃以下の温度の範囲内に制御するように構成される、請求項９に記載のチャンバリッド。
【請求項１４】
前記複数の空気流開孔は、チャンバリッド温度を、前記チャンバリッドの下に位置するチャンバ本体の温度から約２５℃以下の温度の範囲内に制御するように構成される、請求項９に記載のチャンバリッド。
【請求項１５】
前記チャンバリッドの熱が自然対流によって除去される、請求項９に記載のチャンバリッド。
【請求項１６】
請求項１～１５のいずれか１項に記載のチャンバリッドと、前記チャンバリッドの下部に位置するチャンバ本体を備え、
前記チャンバリッドは前記チャンバ本体の全体の上に配置される、
基板処理チャンバ。
【請求項１７】
基板を処理する方法であって、
該方法は基板処理チャンバの処理領域内に前記基板を導入することを含み、
前記基板処理チャンバはチャンバリッドを備え、前記チャンバリッドは、
上部壁と、
底部壁と、
前記上部壁と前記底部壁に結合された複数の垂直側壁と、
前記上部壁、前記底部壁、及び前記複数の垂直側壁によって画定された前記チャンバリッド内の内部領域と、
複数の空気流開孔と
を備え、
前記複数の空気流開孔は、
前記複数の垂直側壁の少なくとも１つに配置された側面空気流開孔であって、該側面空気流開孔に配置された第１のメッシュを有する側面空気流開孔と、
前記上部壁に配置された上部空気流開孔であって、該上部空気流開孔に配置された第２のメッシュを有する上部空気流開孔と
を備え、
前記側面空気流開孔は空気を前記内部領域内に流体連結させるように構成され、前記上部空気流開孔は、空気を前記内部領域外に前記上部壁を介して流体連結されるように構成されている、
基板を処理する方法。
【請求項１８】
前記側面空気流開孔は、第１の側面空気流開孔であり、前記チャンバリッドの第１の垂直側壁にあり、
前記複数の空気流開孔は、前記チャンバリッドの第２の垂直側壁にある第２の側面空気

流開孔をさらに含む、
請求項１７に記載の方法。
【請求項１９】
前記チャンバリッドの熱が自然対流によって除去される、請求項１７に記載の方法。
【請求項２０】
前記チャンバリッドは前記基板処理チャンバのチャンバ本体の全体の上に配置される、請求項１７に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
［０００１］本開示の実施形態は、概して、気相粒子低減のための基板処理機器及び方法に関する。より具体的には、本開示の実施形態は、概して、気相粒子低減のためのチャンバリッド及びチャンバリッドを使用する方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
［０００２］基板処理装置は、基板及び半導体ウエハに製造プロセス、例えば、堆積工程及びエッチング工程を実行するために使用される。基板処理装置は通常、そのような製造工程が実行され得る処理チャンバを含む。処理チャンバは、概して、チャンバ本体、入口、チャンバリッドアセンブリ、及び基板支持体を含む。堆積プロセス中、前駆体ガスは通常、チャンバの上部近傍に位置するシャワーヘッド又は他の入口を通して導かれる。前駆体ガスは反応して、加熱された基板支持体に位置決めされた基板の表面に材料の層を形成する。
【０００３】
［０００３］基板処理中、少なくともチャンバリッドに起因して、基板表面の上のプロセス領域に温度勾配が存在する。通常、基板の中心より上の処理領域のエリアは、基板のエッジより上のエリアよりも暖かい（例えば、約５℃以上である）。温度が高いと、前駆体ガス（複数可）の気相反応から粒子が発生する。このような粒子は、基板処理チャンバ内の表面に好ましくない形で付着し、洗浄のためにコストのかかるメンテナンスによる中断を必要とする残留物が残る。また、粒子は処理中の基板にも付着し、基板に堆積した材料の均一性に悪影響を及ぼし、製造コストが増加し得る。例えば、エッチングプロセスでは、基板表面に付着した粒子がマスクとして機能し、エッチング残留物が発生し得る問題がある。また、膜形成プロセスでは、基材表面に付着した粒子が成長核として機能し、膜の品質の低下を招くことがある。
【０００４】
［０００４］気相反応を低減し、それによって粒子の量を低減するための従来の技法は、基板支持体温度を低下させること、及び処理チャンバの圧力を低下させることを含む。しかし、いずれの方法も、基板のスループットに悪影響を及ぼす。
【０００５】
［０００５］気相粒子低減のための新規且つ改良されたチャンバリッド及び方法が必要である。
【発明の概要】
【０００６】
［０００６］本開示の実施形態は、概して、気相粒子低減のための基板処理機器及び方法に関する。より具体的には、本開示の実施形態は、概して、気相粒子低減のためのチャンバリッド、及びチャンバリッドを使用する方法に関する。
【０００７】
［０００７］実施形態では、上部壁、底部壁、複数の垂直側壁、並びに上部壁、底部壁、及び複数の垂直側壁によって画定されたチャンバリッド内の内部領域を含むチャンバリッドが提供される。チャンバリッドは更に、空気を内部領域内に、及び内部領域外に流体連結させるように構成された複数の空気流開孔と、複数の空気流開孔のうちの少なくとも

１つの空気流開孔の面に配置されたメッシュとを含む。
【０００８】
［０００８］別の実施形態では、上部壁、底部壁、複数の垂直側壁、並びに上部壁、底部壁、及び複数の垂直側壁によって画定されたチャンバリッド内の内部領域を含むチャンバリッドが提供される。チャンバリッドは更に、複数の空気流開孔を含み、複数の空気流開孔のうちの１又は複数の空気流開孔は、チャンバリッドの第１の垂直側壁にあり、複数の空気流開孔のうちの１又は複数の空気流開孔は、チャンバリッドの第２の垂直側壁にあり、１又は複数の空気流開孔は、チャンバリッドの上部壁にあり、複数の空気流開孔は、複数の垂直側壁の外面から内部領域へ内向きに移動し且つ内部領域からチャンバリッドの上部壁にある１又は複数の空気流開孔を通って外向きに移動する空気を流体連結させるように構成される。チャンバリッドは更に、複数の空気流開孔のうちの少なくとも１つの空気流開孔の面に配置されたメッシュを含む。
【０００９】
［０００９］別の実施形態では、基板処理チャンバの処理領域内に基板を導入することであって、基板処理チャンバは、本明細書に記載のチャンバリッドを含む、基板処理チャンバの処理領域内に基板を導入することと、基板に１又は複数の工程を実行することとを含む、基板を処理する方法が提供される。
【００１０】
［００１０］上述した本開示の特徴を詳細に理解できるように、一部が添付の図面に例示されている実施形態を参照しながら、上記に要約した本開示をより具体的に説明する。しかし、添付の図面は例示的な実施形態を単に示すものであり、したがって、範囲を限定するものと見なすべきではなく、本開示は他の等しく有効な実施形態も許容しうることに留意されたい。
【図面の簡単な説明】
【００１１】
【図１】本開示の少なくとも１つの実施形態に係る例示的な基板処理チャンバの概略図である。
【図２】本開示の少なくとも１つの実施形態に係る例示的なチャンバリッドの概略図である。
【図３】本開示の少なくとも１つの実施形態に係る例示的なチャンバリッドの内外への空気の流れの動きを示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
［００１４］理解を容易にするために、可能な限り、図面に共通の同一要素を示すのに同一の参照番号を使用している。一実施形態の要素及び特徴は、さらなる詳述なしに他の実施形態に有益に組み込まれ得ると考えられる。
【００１３】
［００１５］本開示の実施形態は、概して、気相粒子低減のための基板処理機器及び方法に関する。より具体的には、本開示の実施形態は、概して、気相粒子低減のためのチャンバリッド及びチャンバリッドを使用する方法に関する。本発明者らは、チャンバリッド全体で改善された温度均一性を示す、基板処理装置用の新規且つ改良されたチャンバリッドを発見した。チャンバリッドの改善された温度均一性により、中心からエッジまでの基板の上の空間における温度均一性が改善される。本明細書に記載の装置（例えば、チャンバリッド）及び方法は、低温設定点及び均一な（又はほぼ均一な）リッド温度を用いて、効率的な電力制御を可能にする。効率的な電力制御は、少なくとも、チャンバ本体からリッドへの熱伝達がチャンバリッド温度に対する比例積分微分（ＰＩＤ）コントローラ電力を低下させるという理由から、本明細書に記載の実施形態によって可能になり得る。本明細書に記載の装置及び方法はまた、現在のプロセスベースラインの均一性及び基板の厚さの維持を保証する。
【００１４】

［００１６］幾つかの実施形態では、本明細書に記載のチャンバリッドは、上部壁、底部壁、複数の垂直側壁、並びに上部壁、底部壁、及び複数の垂直側壁によって画定された内部領域を含む。チャンバリッドは、１又は複数の開孔（例えば、開口部）と、１又は複数の開孔の上、下、及び／又は中に配置されたメッシュとを有する。１又は複数の開孔、例えば、空気流開孔は、空気流をチャンバリッドの内部領域の内外に流すように構成される。１又は複数の開孔は、例えば自然対流プロセスを用いて、空気流がチャンバリッドの外部からチャンバリッドの内部領域へ内向きに移動し、チャンバリッドの内部領域からチャンバリッドの外部へ外向きに移動することを可能にし得る。チャンバリッドの垂直側壁に位置する１又は複数の開孔は、空気流の入口として機能することができ、チャンバリッドの上部壁にある１又は複数の開孔は、空気流の出口として機能することができる。

【００１５】

［００１７］基板処理中、少なくともチャンバリッドに起因して、基板表面の上に温度勾配が存在する。通常、基板の中心より上のエリアは、基板のエッジより上のエリアよりも暖かい（例えば、約５℃から約１０℃又はそれ以上である）。温度が高いと、前駆体ガス（複数可）の気相反応から粒子が発生する。このような粒子は、プロセスチャンバ内の表面に好ましくない形で付着し、洗浄のためにコストのかかるメンテナンスによる中断を必要とする残留物が残る。また、粒子は処理中の基板にも付着し、基板に堆積した材料の均一性に悪影響を及ぼし、製造コストが増加し得る。処理チャンバの露出した表面の定期的な洗浄とメンテナンスは、処理装置のダウンタイムをも増加させる。例えば、チャンバリッドアセンブリの表面だけでなく、プロセスガス（複数可）に暴露される他のツールも、通常、これらの露出した表面から堆積反応物を除去するために定期的に洗浄される。これを達成するために、一般に、チャンバリッドアセンブリは、ガス分配プレートを互いに分離させ、それによってこれらのプレートの露出した表面にアクセスするために、完全に分解される。洗浄のためにチャンバリッドアセンブリを分解すると、比較的長い時間がかかる。更に、洗浄後にチャンバリッドアセンブリを再び組み立てるには、ガスシールとガス分配プレートを再調整する必要があり、これは困難で時間のかかるプロセスとなり得る。

【００１６】

［００１８］気相粒子低減のための従来の技法は、基板支持体温度を低下させること、及び基板処理チャンバ内のプロセス領域の圧力を低下させることを含む。しかしながら、そのような戦略は、堆積厚さ及び／又は基板スループットに悪影響を及ぼし、それによって製造コストが増加し得る。対照的に、本明細書に記載の装置及び方法は、堆積厚さ及び／又は基板スループットを維持すると同時に、発生する粒子の量を大幅に減少させることができる。例えば、本明細書に記載の装置及び方法は、従来技法と比較して約４から５倍又はそれ以上、粒子の量を減らすことができる。したがって、本明細書に記載の装置及び方法は、約２０００から約１００００等の改善された洗浄間平均ウエハ（ＭＷＢＣ）値を示す。更に、本明細書に記載の装置及び方法は、半導体製造産業における確立された慣行と互換性がある。例えば、本明細書に記載の装置及びプロセスは、ｎ型及びｐ型金属半導体プロセスと互換性がある。ｎ型及びｐ型金属半導体プロセスにはインシトゥ洗浄プロセスがないため、本明細書に記載の装置及びプロセスは、ｎ型及びｐ型金属半導体プロセスのいずれにおいてもスループットを大幅に改善し、製造コストを低下させる。

【００１７】

［００１９］本明細書に記載するように、新規且つ改良されたチャンバリッドを通って流れる空気は、従来のチャンバリッドに対してチャンバリッドからの熱除去の増加を可能にすることができ、それによって、従来のチャンバリッドと比較してチャンバリッドの温度（チャンバリッド温度）を低下させることができる。更に、本明細書に記載のチャンバリッドは、チャンバリッドを加熱する熱源を有さないものであってよい。すなわち、本明細書に記載のチャンバリッドは、省電力でコスト削減を実現する。本明細書に記載のチャンバリッドは、チャンバ本体の温度と同じ又はそれに近い温度を有し得る。１又は複数の開孔は、チャンバリッドを通る空気の移動を可能にし、チャンバリッドの中心を通る均一な（又はほぼ均一な）空気流の流れを確保し、チャンバリッドの中心からエッジまでの温

度不均一性を最小限にすることができる。チャンバリッドの中心から端までの温度不均一性を改善することにより、基板のエッジ領域と基板の中心領域との間の温度差も最小限になり得る。更に、チャンバリッドの中心からエッジまでの温度不均一性を改善することにより、基板の上の処理領域の温度不均一性も最小限になり得る。

【００１８】

［００２０］図１は、本開示の幾つかの実施形態に係る基板処理チャンバ１００の概略図である。基板処理チャンバ１００は、チャンバ本体１０２と、チャンバ本体１０２内及びチャンバリッドアセンブリ１０４の下に画定された処理領域１０６を有するチャンバリッドアセンブリ１０４とを含む。チャンバリッドアセンブリ１０４は、チャンバリッド１０３を含む。チャンバ本体１０２のスリットバルブ１２０は、ロボット（図示せず）が、２００ｍｍ、３００ｍｍ、又は４５０ｍｍの半導体ウエハ、ガラス基板等の基板を基板処理チャンバ１００の内外へ供給及び回収するためのアクセスを提供する。基板支持体１０８は、基板処理チャンバ１００の基板受入れ面上に基板を支持する。基板支持体１０８は、基板支持体１０８及び基板支持体１０８に配置されたときの基板を昇降させるためのリフトモータに取り付けられている。リフトモータに接続されたリフトプレート１２２は、基板支持体１０８を貫通して移動可能に配置されたリフトピンを昇降させるために、基板処理チャンバ１００に取り付けられている。リフトピンは、基板を基板支持体１０８の表面の上で昇降させる。基板支持体１０８は、処理中に基板を基板支持体１０８に固定するための真空チャック、静電チャック、及び／又はクランプリングを含み得る。

【００１９】

［００２１］基板の温度を制御するために、基板支持体１０８の温度を調整することができる。例えば、基板支持体１０８は、抵抗ヒータ等の埋設加熱要素を使用して加熱することができる、又は基板支持体１０８に熱エネルギーを供給するように構成された加熱ランプ等の輻射熱を使用して加熱することができる。幾つかの実施形態では、基板支持体１０８の周縁部の上にエッジリング１１６が配置される。エッジリング１１６は、基板支持体１０８の支持面を露出させる大きさの中央開口部を含む。エッジリング１１６は、基板支持体１０８の側面を保護するためのスカート、又は下方に延在する環状リップを更に含み得る。

【００２０】

［００２２］幾つかの実施形態では、ライナ１１４が、チャンバ本体１０２の内壁（例えば、１又は複数の側壁）に沿って配置され、工程中の腐食性ガス又は材料の堆積からチャンバ本体１０２を保護する。ライナ１１４は、ヒータ電源１３０に結合された１又は複数の加熱要素を含み得る。ヒータ電源１３０は、１又は複数の加熱要素のそれぞれに結合された単一の電源又は複数の電源であり得る。幾つかの実施形態では、シールド１３６がライナ１１４周囲に配置され、チャンバ本体１０２を腐食性ガス又は材料の堆積から保護する。幾つかの実施形態では、ライナ１１４及びシールド１３６は、ポンピング領域１２４を画定する。ライナ１１４は、ポンピング領域１２４を処理領域１０６に流体的に結合させるための複数の開口部を含む。このような実施形態では、ポンピング領域１２４は更に、ポンプポート１２６に流体的に結合され、ポンプポート１２６に結合された真空ポンプを介して、基板処理チャンバ１００からのガスの排気と基板処理チャンバ１００内の所定の圧力又は圧力範囲の維持とを容易にする。ガス供給システム１１８は、チャンバリッドアセンブリ１０４に結合され、プロセスガス及び／又はパージガス等のガスを、シャワーヘッド１１０を通して処理領域１０６に供給する。シャワーヘッド１１０は、基板支持体１０８に概ね対向してチャンバリッドアセンブリ１０４に配置され、処理領域１０６にプロセスガスを供給するための複数のガス分配孔を含む。

【００２１】

［００２３］例示的な処理工程では、基板は、ロボット（図示せず）によってスリットバルブ１２０を通して基板処理チャンバ１００に供給される。基板は、リフトピンとロボットとの協働によって基板支持体１０８に位置決めされる。基板支持体１０８は、基板をシャワーヘッド１１０の下面と密接に対向するように上昇させる。第１のガス流は、ガス

供給システム１１８によって、第２のガス流と共に又は順次（例えば、パルスで）処理領域１０６内に注入され得る。第１のガス流は、パージガス源からのパージガス及び反応ガス源からの反応ガスのパルスの連続流を含み得る、又は反応ガス源からの反応ガスのパルス及びパージガス源からのパージガスのパルスを含み得る。第２のガス流は、パージガス源からのパージガス及び反応ガス源からの反応ガスのパルスの連続流を含み得る、又は反応ガス源からの反応ガスのパルス及びパージガス源からのパージガスのパルスを含み得る。その後、ガスは基板の表面に堆積される。過剰なガス、副生成物等は、ポンピング領域１２４を通ってポンプポート１２６に流れ、その後、基板処理チャンバ１００から排気される。

【００２２】

［００２４］図２は、本開示の少なくとも１つの実施形態に係る例示的なチャンバリッド２００の概略図である。チャンバリッド２００は、チャンバリッドアセンブリ１０４等の任意の適切なチャンバリッドアセンブリのチャンバリッドであり得る。

【００２３】

［００２５］チャンバリッド２００は、上部（露出）面及び底部（内）面を有する上部壁２０３と、上部（内）面を有する底部壁２０５と、複数の垂直側壁２１１とを含む。チャンバリッド２００内の内部領域２０４は、上部壁２０３の底部内面、底部壁２０５の上部（内面）、及び複数の垂直側壁２１１によって画定される。チャンバリッドは、チャンバリッド２００の上部壁２０３にある開孔２０６（例えば、開口部）を含む。図示のように、上部壁には１つの開孔２０６が設けられている。幾つかの実施形態では、より多くの開孔が考えられる。チャンバリッド２００の上部壁２０３上の開孔２０６は、少なくとも、空気流出口として機能する。チャンバリッドは、チャンバリッド２００の垂直側壁２１１の１又は複数に位置する開孔（複数可）２１０を含む。図示したように、垂直側壁２１１には５つの開孔２１０が設けられている。幾つかの実施形態では、より多い数又はより少ない数の開孔２１０が考えられる。開孔（複数可）２１０は、少なくとも、空気流入口として機能する。開孔２０６及び２１０は、空気をチャンバリッド２００の外部２０２から内部領域２０４へ内向きに、及び内部領域２０４からチャンバリッド２００の外部２０２へ外向きに流体連結させるように構成される。例えば、図３の流れ矢印で示すように、空気流は、外部２０２からチャンバリッド２００の内部領域２０４へ、垂直側壁２１１の開孔（複数可）２１０を通って内向きに移動し、空気流は、外部２０２に向かって、チャンバリッド２００の上部壁２０３の開孔２０６を通って外向きに移動する。処理領域、例えば処理領域１０６は、チャンバリッドアセンブリ１０４のチャンバリッド２００の底部壁２０５の下の位置に位置していてよい。

【００２４】

［００２６］開孔２０６内には、金属メッシュ等のメッシュ２０８（例えば、ワイヤスクリーン）を配置することができる。更に、又は代替的に、メッシュ２０８は、開孔２０６の上面及び／又は底面に配置され得る。例えば、メッシュ２０８は、開孔２０６の上面に配置され、チャンバリッド２００の上部壁２０３に結合され得る。別の例として、メッシュ２０８は、開孔２０６の底面に配置され、チャンバリッド２００の内面に結合され得る。これらの各構成では、チャンバリッド２００の内部領域２０４及び外部２０２は、開孔２０６の面上及び／又は開孔２０６内のメッシュ２０８により隔離される。メッシュ２０８は、取り外し及び／又は交換が容易になるように、ボルト等の１又は複数の締結具２０９によってチャンバリッドに固定されていてよい。

【００２５】

［００２７］垂直側壁２１１の開孔（複数可）２１０内には、金属メッシュ等のメッシュ２０８（例えば、ワイヤスクリーン）を配置することができる。更に、又は代替的に、メッシュ２０８は、開孔（複数可）２１０の外部側面及び／又は内部側面に配置され得る。例えば、メッシュは、開孔（複数可）２１０の外面に配置され、垂直側壁２１１の外面に結合され得る。別の例として、メッシュ２０８は、開孔（複数可）２１０の内面に配置され、垂直側壁２１１の内部側面に結合され得る。これらの各構成では、チャンバリッド

２００の内部領域２０４及び外部２０２は、開孔（複数可）２１０の面上及び／又は開孔（複数可）２１０内のメッシュ２０８によって隔離される。メッシュ２０８は、１又は複数の締結具２０９によってチャンバリッドに固定され得る。チャンバリッド２００は、チャンバリッド２００を、例えば、上向き又は下向きに移動させるための１又は複数のハンドル２１２をオプションとして含み得る。

【００２６】

［００２８］図２では、チャンバリッド２００の特定の垂直側壁２１１のみが１又は複数の開孔及びメッシュを含むように図示したが、チャンバリッドの他の垂直側壁が、同じ又は同様の配置で１又は複数の開孔及びメッシュを含んでいてよいと考えられる。幾つかの実施形態では、より多い数の、又はより少ない数の開孔２０６、開孔（複数可）２１０、及びメッシュ２０８が考えられる。更に、開孔２０６は上部壁２０３の実質的に中心である位置に位置するが、開孔２０６は上部壁２０３の異なる位置（複数可）にあってよい。同様に、開孔（複数可）２１０は、独立して、１又は複数の垂直側壁２１１の各々に対して実質的に中心である位置に位置するが、開孔（複数可）２１０は、１又は複数の垂直側壁２１１上の異なる位置（複数可）にあってよい。幾つかの実施形態では、チャンバリッドの角部又はその近くにある角度のついたメッシュ部分は、カバーされるチャンバリッドプレートの形状に基づいて設計され得る。

【００２７】

［００２９］チャンバリッド２００は、例えば対流によって、チャンバリッド２００からの熱除去を増加させることができる。例えば、図３の流れ矢印によって示すように、空気流は、チャンバリッド２００の外部２０２から１又は複数の垂直側壁２１１の開孔（複数可）２１０を通って内部領域２０４に向かって内向きに自然に移動し、空気流は、内部領域２０４から開孔２０６を通ってチャンバリッド２００の外部２０２に向かって外向きに自然に移動する。図３に示すように、開孔は、チャンバリッドの側壁（複数可）からチャンバリッドの内部領域に空気流を導く。次いで、空気流は、チャンバリッドの上部壁を通して内部領域の外に流される。このように、チャンバリッドの熱が調節され得る。

【００２８】

［００３０］開孔２０６及び開孔（複数可）２１０の寸法は、少なくとも、所望の空気流の量に基づいて選択される。幾つかの実施形態では、開孔（複数可）の面積は、約１５mm^2から約５０mm^2、例えば約２０mm^2から約４５mm^2、例えば約２５mm^2から約４０mm^2、例えば約３０mm^2から約３５mm^2である。少なくとも１つの実施形態では、メッシュの面積は、約２０mm^2から約３０mm^2、例えば約２５mm^2である。

【００２９】

［００３１］幾つかの実施形態では、開孔２０６及び開孔（複数可）２１０は、可変的に開くことができる、及び／又は各開孔の量が可変（例えば、可変機構又は設定）であってよい。例えば、プレート及び／又はフラップが開孔の面に移動可能に配置され、１又は複数の開孔を遮蔽又は部分的に遮蔽することができる。図示したように、非限定的な例として、開孔の形状は、正方形及び／又は長方形である。他の形状の開孔、例えば、円形、長円形、楕円形、又は３つ以上の側面を有する形状、例えば、三角形、五角形、六角形、八角形、又はそれらの組み合わせが使用できると考えられる。

【００３０】

［００３２］メッシュ２０８は、プラスチック及び／又は金属等の様々な材料でできていてよい。プラスチックメッシュは、例えば、押出し、配向、膨張、織布、及び／又は管状であり得る。プラスチックメッシュは、例えば、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリテトラフルオロエチレン、又はそれらの組み合わせでできていてよい。他の材料は、アルミニウム、鋳鉄、ガラス、高温シリコーン、鋼、セラミック、又はそれらの組み合わせを含み得る。金属メッシュは、鋼等の金属含有材料から織られる、編まれる、溶接される、膨張される、光化学的にエッチングされる、及び／又は電鋳加工されることができる。

【００３１】

［００３３］メッシュ２０８の寸法は、少なくとも、所望の空気流の量と開孔のサイズとに基づいて選択される。幾つかの実施形態では、メッシュの面積は、約１５mm^2から約５０mm^2、例えば約２０mm^2から約４５mm^2、例えば約２５mm^2から約４０mm^2、例えば約３０mm^2から約３５mm^2である。少なくとも１つの実施形態では、メッシュの面積は、約２０mm^2から約３０mm^2、例えば約２５mm^2である。

【００３２】

［００３４］本開示の実施形態はまた、概して、チャンバリッドを使用する方法に関する。チャンバリッド、例えばチャンバリッド２００は、処理領域１０６の温度、及びチャンバリッドアセンブリ１０４の温度等の条件の制御を提供する。工程では、基板が基板処理チャンバ１００の処理領域１０６に導入され、基板は基板支持体１０８に配置される。プロセスガスが、任意の所望のフロースキームに従って、チャンバリッドアセンブリ１０４を通って流される。温度設定点は、チャンバ本体１０２及び基板支持体１０８に対して設定され得る。半導体デバイス製造のための１又は複数の工程が基板に実行され得る。上記工程は、堆積、除去（例えば、エッチング）、パターニング、及び／又は電気特性の変更、例えば、イオン注入によるソース及びドレインのドーピングを含み得る。堆積は、原子層堆積、化学気相堆積、プラズマ化学気相堆積、物理的気相堆積、エピタキシ等の、材料を基板上で成長させる、又は他の方法で転写するプロセスを含むが、これらに限定されない。除去プロセスは、乾燥エッチングや湿式エッチング、化学機械平坦化であってよいエッチングを含むが、これらに限定されない。また、パターニング又はリソグラフィ工程もアニール処理と同様に実行可能である。

【００３３】

［００３５］処理中、基板支持体１０８の温度は、例えば、約３００℃から約４５０℃であってよく、チャンバ本体１０２は約１００℃から約１５０℃であってよい。基板支持体１０８とチャンバ本体１０２とのこの温度差により、処理領域１０６全体で処理領域のエッジが処理領域の中心よりも低温である温度勾配が生じる。従来のチャンバリッドは、リッドカバーの内部の温度均一性が約２％である。本明細書に記載の改良されたチャンバリッドは、約５％の温度均一性を有する。その結果、従来のチャンバリッドと比較して、本明細書に記載のチャンバリッドを使用することにより、より少ない粒子が形成される。更に、プロセスの透明性への影響はない（又は最小である）。幾つかの例では、本明細書に記載の改良されたチャンバリッド及び方法は、従来のチャンバリッド及び技法と比較して、約４から５倍以上、粒子の量を減らすことができる。したがって、本明細書に記載の装置及び方法は、約２０００から約１００００、例えば約３０００から約９０００、例えば約４０００から約８０００、例えば約５０００から約７０００等の改善されたＭＷＢＣ値を示す。

【００３４】

［００３６］更に、本明細書に記載のチャンバリッド温度は、チャンバリッド及びチャンバリッドアセンブリのための別個の電源及び熱源を使用することなく、チャンバ本体の温度と実質的に同様にすることができる。通常、チャンバ本体の温度は、約２００℃以下、例えば約１７５℃以下、例えば約１５０℃以下、例えば約１２５℃以下、又は約１００℃から約２００℃、例えば約１００℃から約１５０℃、例えば約１１０℃から約１４０℃、例えば約１２０℃から約１３０℃、又は約１００℃から約１２５℃である。本明細書に記載のチャンバリッドの少なくとも１又は複数の開孔に起因して、チャンバリッドは、チャンバリッドを加熱する熱源がないときでも、チャンバ本体温度を模倣する（又は密接に模倣する）ことができる。したがって、幾つかの実施形態では、チャンバリッド温度は、約２００℃以下、例えば約１７５℃以下、例えば約１５０℃以下、例えば約１２５℃以下、又は約１００℃から約２００℃、例えば約１００℃から約１５０℃、例えば約１１０℃から約１４０℃、例えば約１２０℃から約１３０℃、又は約１００℃から約１２５℃である。

【００３５】

［００３７］幾つかの実施形態では、複数の開孔は、リッド温度を、約２００℃以下、

例えば約１７５℃以下、例えば約１５０℃以下、例えば約１２５℃以下、又は約１００℃から約２００℃、例えば約１００℃から約１５０℃、例えば約１１０℃から約１４０℃、例えば約１２０℃から約１３０℃、又は約１００℃から約１２５℃に制御するよう構成される。幾つかの実施形態では、複数の空気流開孔は、リッド温度を、約９０℃以下、約８０℃以下、約７０℃以下、約６０℃以下、約５０℃以下、約４０℃以下、約３０℃以下、約２５℃以下、約２０℃以下、約１５℃以下、約１０℃以下、約５℃以下等の、チャンバ本体温度から１００℃以下の範囲内の温度に制御するように構成される。上述のように、例えば上部壁及び垂直側壁上の複数の開孔の配置、寸法、形状等は、リッドの温度に影響を与える。従って、上記パラメータは、少なくとも、チャンバ本体の温度と整合し得る特定の温度を維持するのに役立つ。

【００３６】

［００３８］本明細書には、気相粒子低減のための改良されたチャンバリッドと、チャンバリッドを使用する方法とが記載される。改良されたチャンバリッドは、従来のチャンバリッドに対して、優れた温度均一性及び改善された電力制御を発揮する。更に、本明細書に記載のチャンバリッドは、処理中に発生する粒子の量を大幅に減少させ、それにより、メンテナンスのためのダウンタイムの短縮及びより高い基板スループットを可能にする。

【００３７】

［００３９］前述の全体的な説明及び特定の実施形態から明らかなように、本開示の形態を例示及び説明してきたが、本開示の主旨及び範囲から逸脱することなく、様々な修正を行うことが可能である。したがって、本開示はそれらによって限定されるものではない。同様に、用語「備える、含む（ｃｏｍｐｒｉｓｉｎｇ）」は、用語「含む（ｉｎｃｌｕｄｉｎｇ）」と同義とみなされる。同様に、組成物、要素又は要素群に移行句「備える、含む（ｃｏｍｐｒｉｓｉｎｇ）」が先行するときはいつでも、組成物、単一要素又は複数要素の列挙が先行する移行句「～を主成分とする（ｃｏｎｓｉｓｔｉｎｇ ｅｓｓｅｎｔｉａｌｌｙ ｏｆ）」、「～で構成される（ｃｏｎｓｉｓｔｉｎｇ ｏｆ）」、「～で構成される群から選択される（ｓｅｌｅｃｔｅｄ ｆｒｏｍ ｔｈｅ ｇｒｏｕｐ ｏｆ ｃｏｎｓｉｓｔｉｎｇ ｏｆ）」又は「である（ｉｓ）」を伴う同じ組成物又は要素群も考えられることを理解されたく、また逆もしかりである。用語「結合」は、本明細書では、直接接続されている要素、又は１又は複数の介在要素を通して接続されている要素のいずれかを指すために使用される。

【００３８】

［００４０］本開示の目的のために、また別段指定しない限り、本明細書の詳細な説明及び特許請求の範囲内のすべての数値は、記載値を「約」又は「おおよそ」で修正し、当業者であれば予想される実験誤差及び変動を考慮する。特定の実施形態及び特徴は、一組の数値上限及び一組の数値下限を使用して説明している。任意の２つの値の組み合わせを含む範囲、例えば、任意の下限値と任意の上限値との組み合わせ、任意の２つの下限値の組み合わせ、及び／又は任意の２つの上限値の組み合わせが、別段示さない限り考えられることを理解されたい。特定の下限値、上限値及び範囲は、以下の１又は複数の請求項に記載されている。

【００３９】

［００４１］前述の内容は本開示の実施例を対象としているが、以下の特許請求の範囲によって決定されるその基本的な範囲から逸脱することなく、本開示の他のさらなる実施例を考案することが可能である。

【図面】

【図１】

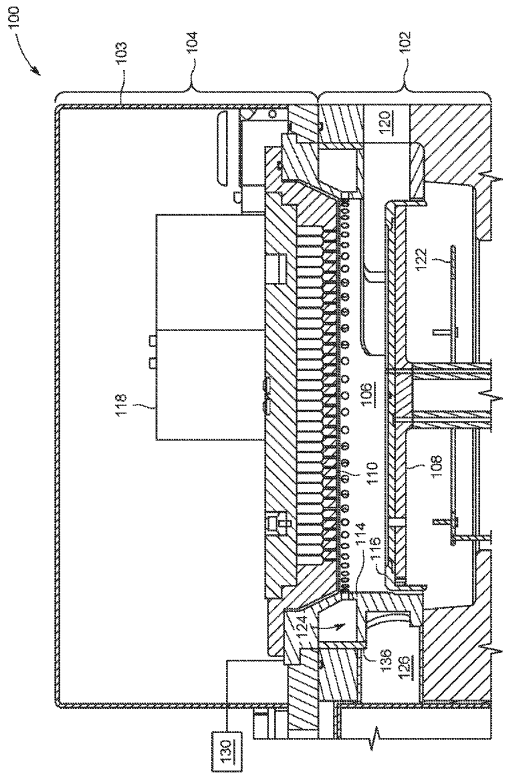


FIG. 1

【図２】

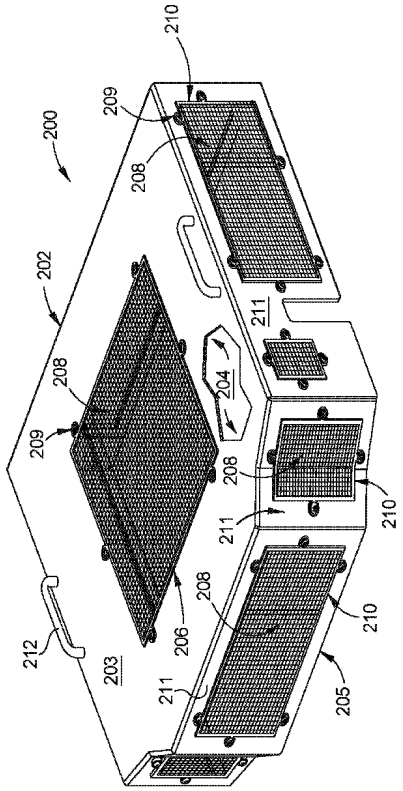


FIG. 2

【図３】

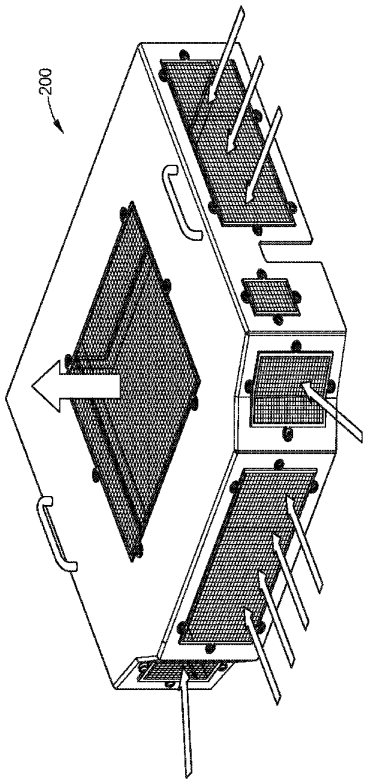


FIG. 3

フロントページの続き

５４， サンタ クララ， バウアーズ アヴェニュー ３０５０， エム／エス １２６９， シー／オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド， ロー デパートメント
(72)発明者 シャー， ハオイェン
アメリカ合衆国 カリフォルニア ９５０５４， サンタ クララ， バウアーズ アヴェニュー ３０５０， エム／エス １２６９， シー／オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド， ロー デパートメント
(72)発明者 ラシード， ムハンマド エム．
アメリカ合衆国 カリフォルニア ９５０５４， サンタ クララ， バウアーズ アヴェニュー ３０５０， エム／エス １２６９， シー／オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド， ロー デパートメント
(72)発明者 リン， チー－チョウ
アメリカ合衆国 カリフォルニア ９５０５４， サンタ クララ， バウアーズ アヴェニュー ３０５０， エム／エス １２６９， シー／オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド， ロー デパートメント
(72)発明者 シルベッティー， マリオ ディー．
アメリカ合衆国 カリフォルニア ９５０５４， サンタ クララ， バウアーズ アヴェニュー ３０５０， エム／エス １２６９， シー／オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド， ロー デパートメント
(72)発明者 カオ， ビン
アメリカ合衆国 カリフォルニア ９５０５４， サンタ クララ， バウアーズ アヴェニュー ３０５０， エム／エス １２６９， シー／オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド， ロー デパートメント
(72)発明者 チェン， シーチュン
アメリカ合衆国 カリフォルニア ９５０５４， サンタ クララ， バウアーズ アヴェニュー ３０５０， エム／エス １２６９， シー／オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド， ロー デパートメント
(72)発明者 リン， ヨンジン
アメリカ合衆国 カリフォルニア ９５０５４， サンタ クララ， バウアーズ アヴェニュー ３０５０， エム／エス １２６９， シー／オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド， ロー デパートメント

審査官 宇多川 勉
(56)参考文献 特開２００５－１７５４６０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－２２８１３３（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１０／０１９３５１０（ＵＳ，Ａ１）
韓国登録特許第１０－１４７７２９２（ＫＲ，Ｂ１）
特開平１０－０６０６５７（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ ２１／３０６５
Ｈ０１Ｌ ２１／３１